

PENGURUSAN DAN RAWATAN BAHAN BUANGAN BERJADUAL DI MALAYSIA

Oleh:

Abdul Hamid Abdullah
Jabatan Kejuruteraan Kimia
&
Shahrin Shahrudin
Jabatan Kejuruteraan Petroleum

Abstrak:

Malaysia telah mengorak langkah ke hadapan secara serius untuk mengenal pasti jenis serta kuantiti bahan buangan berjadual (sisa toksik dan berbahaya) yang di hasilkan. Pada tahun 1987, Jabatan Alam Sekitar telah mengenal pasti sejumlah 647 dari 747 industri sebagai berkemungkinan menghasilkan bahan buangan berjadual. Dianggarkan sebanyak 380 000 meter padu (m^3) bahan buangan tersebut dihasilkan dan 600 000 tong sisa dilupuskan setiap tahun.

Dewasa ini, rawatan, perolehan dan perkitaran semula adalah pada tahap minimum. Pembinaan sebuah loji rawatan berpusat (Central Treatment Plant) adalah sangat diperlukan.

Beberapa lokasi untuk pembinaan loji tersebut telah dikenal pasti tetapi malangnya salah satu dari kawasan tersebut telah di tolak. Kertaskerja ini menyentuh keadaan dewasa ini serta pendekatan rawatan berkemungkinan yang dapat dipraktikkan di Malaysia.

1.0 Pengenalan

Bahan buangan berjadual boleh ditakrifkan sebagai buangan yang boleh membahayakan kesihatan manusia, merosakkan alam sekitar serta sesuatu yang memerlukan kaedah pelupusan yang tertentu.

Dalam mentakrifkan sesuatu bahan tersebut sebagai bahan buangan berjadual, sifat-sifat utama yang biasanya diambil kira termasuklah kekakisan, kemudahbakaran, kereaktifan dan keracunan. Prosedur pelupusan yang baik perlu untuk mengelakkan sebarang risiko terhadap kesihatan dan juga kerosakan alam sekitar.

Pengurusan bahan buangan berjadual sedang mendapat perhatian yang lebih daripada berbagai agensi dewasa ini. Bidang ini juga menjadi tumpuan yang di utamakan oleh seluruh dunia. Setiap hari, perundangan dan peraturan pengawalan kualiti alam sekitar dan pengurusan bahan buangan tersebut menjadi semakin ketat. Berbagai-bagai pilihan sedang dicuba samada untuk melupuskan atau merawat bahan buangan tersebut yang bertujuan untuk mengurangkan tahap kemerbahayanya.

Beberapa negara yang sedang membangun di rantau Asia Tenggara termasuklah Malaysia sedang mencari jalan secara serius untuk merawat dan melupuskan bahan buangan berjadual yang dihasilkan. Di Malaysia, kajian awal mengenai pelupusan bahan buangan tersebut telah di jalankan oleh Jabatan Alam Sekitar sejak tahun 1981. Kajian tersebut telah berterusan sehingga tahun 1987 dengan dibantu oleh beberapa agensi dari luar negeri. Pada tahun 1987, kajian yang telah dijalankan di Semenanjung Malaysia telah mengenal pasti beberapa jenis bahan buangan berjadual yang di hasilkan serta beberapa langkah rawatan dan pelupusan yang boleh di amalkan.

2.0 Perundangan

Perundangan utama yang mengawal pelupusan bahan buangan ialah Akta Alam Sekeliling 1974. Beberapa peraturan-peraturan pelupusan bahan buangan terkandung di dalam Akta ini. Satu peraturan utama ialah Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Kumbahan dan Efluen Airsisa Industri) 1979. Di bawah Akta ini, industri di Malaysia dikehendaki merawat airsisa kepada suatu had yang dapat di terima untuk beberapa bahan merbahaya contohnya logam berat sebelum ianya dialirkan ke dalam sistem pengaliran pendalaman. Walau bagaimanapun, peraturan ini tidak mencukupi untuk mengawal bahan buangan berjadual dengan berkesan.

Pada tahun 1984, satu set Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan yang dijadualkan - " **Scheduled Waste** ") telah dirangkakan. Tujuan peraturan ini adalah untuk menyediakan kaedah pengurusan bahan buangan berjadual yang baik. Ini dikhususkan kepada :-

1. Industri yang mengeluarkan bahan buangan
2. Kontraktor bahan buangan
3. Operator pelupusan bahan buangan

Buat masa ini, set deraf peraturan yang dicadangkan berada di pejabat Peguam Negara untuk pertimbangan selanjutnya.

3.0 Situasi dewasa ini

Kajian yang dijalankan oleh Jabatan Alam Sekitar sehingga tahun 1987, menunjukkan sejumlah 647 dari 747 industri telah dikenal pasti sebagai berkemungkinan menghasilkan bahan buangan berjadual. Adalah dianggarkan sebanyak 380,000 meterpadu (m^3) bahan buangan tersebut dihasilkan oleh industri pada tahun 1987. Sebanyak 600,000 tong yang mengandungi bahan buangan tersebut juga di lupuskan setiap tahun. Industri di mana kajian awal telah dijalankan kebanyakannya terletak di bahagian pantai barat Semenanjung Malaysia.

Kandungan dan pengagihan jumlah bahan buangan yang dihasilkan adalah ditunjukkan dalam Rajah 1 dan Jadual 1. Didapati bahawa negeri Selangor, Pulau Pinang dan Kuala Lumpur merupakan penghasil bahan buangan berjadual yang paling banyak sekali. Sebanyak 65 % daripada jumlah keseluruhan dihasilkan oleh ketiga-tiga negeri ini. Selangor saja menghasilkan sebanyak 31 % daripada jumlah keseluruhan buangan yang dihasilkan. Di negeri Selangor, kebanyakan industri terletak di Lembah Kelang. Hanya sebahagian kecil sahaja bahan buangan berjadual dihasilkan di pantai timur Semenanjung Malaysia. Didapati bahawa Terengganu menghasilkan lebih kurang 11 % daripada keseluruhan jumlah bahan buangan tersebut.

Beberapa jenis bahan buangan berjadual telah dihasilkan oleh industri. Secara amnya, bahan buangan yang dihasilkan boleh dibahagikan kepada 3 kategori yang berlainan :-

1. Bahan buangan berminyak
2. Bahan buangan kimia dan
3. Bahan buangan biologi

Dengan lebih terperinci, bahan buangan tersebut boleh dikumpulkan kepada 19 kategori buangan am. Ini ditunjukkan di dalam Jadual 1. Empat kumpulan utama bahan buangan berjadual ialah asid dan alkali (berkemungkinan dengan logam berat), enapcemar dengan logam berat, enapcemar dengan logam galian dan asbestos. Keempat-empat bahan ini berjumlah lebih kurang 66 % daripada keseluruhan bahan buangan yang dihasilkan.

Malaysia masih belum lagi mempunyai suatu loji rawatan berpusat (LRP) yang mengandungi rawatan kimia, fizikal, terma ataupun biologi yang bertujuan untuk merawat dan melupuskan bahan buangan berjadual. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa industri besar yang menjalankan rawatan di dalam kawasan industri tersendiri. Proses ini berkemampuan untuk merawat sebahagian daripada bahan buangan yang dihasilkan kepada suatu takat yang tertentu saja.

Malangnya, beberapa bahan beracun seperti pelarut organik dan enapcemar (sludge) yang mengandungi logam berat dikumpulkan di dalam tong dan disimpan di dalam ruangan tertentu dalam industri. Bahan ini disimpan sehingga terdapat cara rawatan dan pelupusan yang bersesuaian.

Di beberapa industri elektronik seperti Motorola Sdn. Bhd. di Sungai Way, Selangor, enapcemar yang dihasilkan dicampurkan dengan beberapa bahan tertentu seperti simen, pasir dan lain-lain. Ini bertujuan untuk menstabilkan enapcemar yang dihasilkan. Enapcemarnya yang telah distabilkan dimasukkan dalam acuan berbentuk blok empat segi. Blok-blok ini kemudian ditimbun di dalam kawasan industri kerana malangnya, tidak ada tempat pelupusan yang bersesuaian untuk buangan tersebut setakat ini.

Dari kajian lepas, didapati juga bahawa terdapat beberapa industri kecil yang membuang bahan buangan mereka secara haram di merata-rata tempat.

Kerajaan Malaysia telah merancang dan memulakan satu projek secara mendadak untuk menimbang pembinaan sebuah loji rawatan dan tapak pelupusan bahan buangan berjadual. Kabinet telah membuat keputusan untuk menswastakan pembinaan dan operasi loji rawatan berpusat dan tapak pelupusan bahan buangan berjadual. Rancangan ini akan menelan belanja diantara M\$ 160 - M\$ 180 juta. Loji yang dicadangkan dijangkakan akan mengandungi kemudahan makmal, kemudahan penunuan, rawatan fizikal dan kimia, penstabilan dan tapak pelupusan yang bersesuaian.

Pada awal tahun 1987, beberapa kawasan di dalam negeri Selangor, Pulau Pinang dan Terengganu telah dikenalpasti sebagai tempat yang bersesuaian untuk pembinaan loji rawatan serta tapak pelupusan.

Selepas meneliti 80 tapak yang bersesuaian, Jabatan Geologi telah mengesyorkan 2 tapak yang paling bersesuaian iaitu Sepang di Selangor dan Valdor di selatan Seberang Prai. Pemilihan kedua-dua tapak ini berdasarkan kepada beberapa faktor seperti jarak dari longkang, sungai, perigi, tasik, kawasan tadahan air, kawasan perumahan, pertanian dan industri.

Sejak pengumuman pemilihan kedua-dua tapak ini dibuat, beberapa organisasi tertentu termasuklah beberapa parti politik telah menyuarakan rasa bimbang akan keselamatan dan kesihatan mereka akibat dari pencemaran yang mungkin akan berlaku. Rungutan ini terutama sekali telah disuarakan oleh penduduk dan ahli politik kawasan Valdor dan berdekatan. Ketua Menteri Pulau Pinang, Dr. Lim Chong Eu baru-baru ini telah mengumumkan bahawa Valdor kemungkinan besar tidak bersesuaian sebagai tapak pelupusan bahan buangan tersebut kerana luas kawasannya adalah kecil. Sebaliknya, ia mungkin bersesuaian untuk membina loji rawatan berpusat saja.

Kemungkinan besar, hasil daripada rungutan ini telah menolak rancangan untuk membina loji rawatan berpusat dan tapak pelupusan di Valdor. Sebaliknya baru-baru ini, Menteri Sains Teknologi dan Alam Sekitar, Datuk Amar Stephen Yong telah mengatakan bahawa dua tapak yang lain di Seberang Prai akan sebaliknya dipertimbangkan untuk pembinaan loji rawatan berpusat. Walau bagaimanapun, ujian tertentu akan dijalankan ke atas tanah sebelum dipilih.

Ada juga tanda-tanda yang menunjukkan bahawa ada kemungkinan, Sepang boleh juga dipilih untuk pembinaan loji rawatan berpusat serta tapak pelupusan bahan buangan berjadual. Ini mungkin kerana Selangor dan Kuala Lumpur menghasilkan lebih kurang 45 % dari bahan buangan berjadual secara keseluruhannya.

Selepas pemilihan tapak tanah yang bersesuaian, Kabinet akan menentukan kaedah untuk merawat dan melupuskan bahan buangan tersebut (iaitu samaada menggunakan penunuan, rawatan kimia, fizikal dan lain-lain).

4.0 Rawatan, Perolehan Dan Kitaran Semula

Pertimbangan dan amalan yang penting dalam pengurusan bahan buangan berjadual dewasa ini adalah tertumpu kepada teknik untuk mengurangkan jumlah buangan yang dihasilkan oleh industri. Rawatan, perolehan dan kitaran semula buangan merupakan alternatif yang dipraktikkan oleh negara-negara maju. Walaupun kaedah rawatan telah mengurangkan buangan tersebut pada suatu tahap tertentu, namun langkah sedang diambil untuk menggiatkan lagi kitaran semula.

Menurut kajian Agensi Perlindungan Alam Sekitar Amerika Syarikat (USEPA), adalah munasabah untuk mencapai 20% hingga 30 % pengurangan bahan buangan berjadual melalui beberapa proses perubahan sistem pengurusan yang baik serta mempraktikkan kitaran semula.

4.1 Amalan dewasa ini

Rawatan, perolehan dan kitaran semula di Malaysia dewasa ini adalah pada tahap minimum. Industri besar merawat air sisa mereka demi untuk mematuhi Peraturan Akta Kualiti Alam Sekeliling yang di kuat kuasakan oleh Jabatan Alam Sekitar.

Malangnya, bahan beracun yang telah dipisahkan daripada proses yang telah dilakukan adalah tidak dirawat selanjutnya. Sebagai contoh, industri elektronik dan semikonduktor mengumpulkan enapcemar mereka yang mengandungi logam berat dan menyimpannya di tempat tertentu di dalam kawasan kilang.

Ini mengakibatkan masalah kekurangan ruang. Sedikit rawatan kitaran semula pelarut dan minyak dilakukan pada buangan yang dikumpulkan dari beberapa industri elektronik. Terdapat juga beberapa stesyen servis minyak yang menjalankan rawatan fizikal ke atas minyak injin terpakai. Selepas dituras dan diproseskan ia digunakan semula. Minyak terpakai tersebut juga digunakan pada permukaan logam untuk mengurangkan geseran.

Sejak kebelakangan ini, terdapat beberapa industri yang melakukan rawatan perolehan semula secara besar-besaran. Ini termasuklah Metal Reclamation Sdn. Bhd. yang terletak di Batu Caves, Selangor. Kilang ini memainkan peranan penting dalam mengurangkan kemungkinan berlakunya pembuangan bahan buangan berjadual di Malaysia dengan menjalankan proses perolehan semula buangan plumbum. Bahan buangan yang diktarkan termasuklah bateri kereta yang lama dan tidak terpakai yang mengandungi jumlah plumbum yang tinggi. Pengeluaran plumbum kilang ini sekarang ialah sebanyak 15,000 ton metrik setahun.

4.2 Jenis-Jenis Amalan

Program pengurusan bahan buangan berjadual yang baik seharusnya merangkumi beberapa proses. Walaupun setengah kemudahan hanya dapat menjalankan proses yang tertentu, namun tidak dapat dinafikan bahawa tiada satu kaedah tertentu yang dapat melakukan kesemua keperluan seperti dari segi pengurangan isipadu, pemisahan komponen, pengurangan keracunan, atau perolehan tenaga. Program pengurusan yang baik seharusnya mengandungi beberapa peringkat rawatan, perolehan semula, kitaran semula, penunuan, dan juga penyediaan tapak pelupusan yang bersesuaian.

4.3 Proses Rawatan

Rawatan merujuk kepada proses kimia, fizik dan biologi yang dapat dijalankan untuk mengurangkan tahap keracunan buangan dan memekatkan untuk memudahkan pengendaliannya. Proses rawatan biasanya dibahagikan kepada 6 kelas yang berlainan iaitu:-

1. Rawatan Terma

Rawatan terma beroperasi pada suhu yang tinggi untuk menukarkan ciri-ciri ataupun kandungan buangan tersebut. Penunuan merupakan teknik utama yang dipraktikkan.

2. Rawatan Fizik

Teknik seperti proses pemisahan fasa diamalkan di mana kandungan buangan dipisahkan tanpa melakukan sebarang tindakbalas kimia.

3. Rawatan Kimia

Tindakbalas kimia dilakukan untuk mengurangkan darjah keracunan, pengurangan isipadu serta perolehan semula beberapa bahan tertentu. Contohnya adalah seperti proses pemendakan dan peneutralan.

4. Rawatan Biologi

Bahan buangan ditindakbalaskan oleh organisma mikro. Biasanya rawatan ini berguna untuk bahan buangan berjadual berorganik.

5. Penstabilan Dan Pemejalan

Penstabilan merupakan proses pra-rawatan yang dapat menjadikan buangan berjadual lengai (tidak aktif), mengurangkan sifat larut-resap dan memudahkan pengangkutan. Pemejalan pula merupakan proses di mana bahan buangan dijadikan pejal melalui beberapa tindakbalas tertentu.

6. Perolehan Dan Kitaran Semula

Beberapa jenis bahan buangan boleh dipisahkan melalui beberapa proses kepada kandungan sama ada boleh digunakan secara langsung ataupun ditukarkan kepada bentuk lain.

5.0 Rawatan Bersesuaian di Malaysia

5.1 Pengenalan

Bahan buangan berjadual yang dihasilkan oleh industri tertentu adalah terdiri daripada buangan yang berlainan jenis. Ini dapat di kelaskan kepada 19 kategori am.

Dalam pengurusan bahan buangan berjadual, tidak terdapat satu kaedah rawatan yang dapat menjalankan kesemua keperluan seperti pengurangan isipadu, pemisahan komponen, perolehan semula ataupun pengurangan darjah keracunan. Pada hakikatnya, beberapa pemprosesan yang berlainan adalah perlu untuk memaksimumkan kecekapan rawatan.

Pada amnya, pemilihan kaedah yang bersesuaian untuk pemprosesan adalah bergantung kepada jenis keadaan, isipadu buangan serta proses ekonomi. Beberapa kaedah rawatan dan perolehan semula dipraktikkan dewasa ini oleh negara maju seperti Amerika Syarikat, Britain, Perancis, Jepun, Negeri-negeri Scandinavia, Australia dan lain-lain lagi. Biasanya, tiga parameter yang dipertimbangkan dalam penentuan kaedah bersesuaian adalah :-

1. Sifat bahan buangan
2. Punca bahan buangan
3. Jenis proses

Secara keseluruhan, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 dan 3, beberapa jenis kaedah rawatan, perolehan dan kitaran semula boleh dipraktikkan untuk buangan yang dihasilkan di Malaysia.

Semua amalan adalah perlu untuk menjalankan satu program pengurusan yang baik. Rajah 2 menunjukkan carta aliran berkemungkinan pengurusan bahan buangan berjadual.

Penentuan permulaan adalah perlu untuk memastikan langkah pemprosesan serta rawatan lanjut yang harus diambil. Contohnya, samada rawatan buangan di dalam industri (rawatan dalam loji) memadai ataupun buangan tersebut harus dihantarkan kepada loji rawatan berpusat untuk pemprosesan selanjutnya.

Memandangkan kemudahan peralatan yang biasanya kurang lengkap; kaedah fizikal, kimia dan biologi haruslah dilengkapi untuk rawatan dalam loji di industri. Perolehan semula logam terutama sekali logam berat haruslah dijalankan. Bahan buangan yang tidak dapat dirawat haruslah di hantarkan kepada loji rawatan berpusat untuk rawatan selanjutnya.

Industri yang dapat berbuat demikian adalah industri besar. Sebaliknya, industri kecil tidak mampu untuk menjalankan rawatan tersebut. Walau bagaimanapun, rawatan dalam loji hanya dapat merawat beberapa jenis buangan tertentu saja. Bahan buangan yang tidak dapat dirawat melalui rawatan dalam loji terpaksa di hantarkan ke loji rawatan berpusat yang dicadangkan.

Loji rawatan berpusat yang dicadangkan mestilah mempunyai kemudahan asas seperti fizikal, kimia, biologi, rawatan terma seperti penunuan, pemejalan dan penstabilan dan tapak pelupusan yang bersesuaian.

Perolehan semula sebaliknya boleh dijalankan untuk beberapa jenis buangan. Sebahagian dari buangan setelah dirawat mungkin boleh juga diguna untuk mengubahkan tekstur dan menyuburkan tanah. Tetapi kajian yang mendalam adalah perlu sebelum ini dapat dilakukan.

5.2 Pilihan Tertentu

Rajah 3 dan 4 menunjukkan proses berkemungkinan untuk rawatan perolehan dan kitaran semula yang boleh dilakukan di Malaysia. Proses tersebut merupakan langkah yang berkemungkinan yang boleh digunakan berdasarkan kepada statistik kajian Jabatan Alam Sekitar mengenai bahan buangan tersebut pada tahun 1987. Pengubahsuaian mungkin perlu untuk beberapa proses yang ditunjukkan.

Rawatan Fizikal, Kimia dan Biologi

Rawatan kimia, fizikal dan biologi adalah sangat diperlukan untuk merawat bahan buangan berjadual seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3 dan 4. Asid dan Alkali (berkemungkinan dengan logam berat), cat, pewarna, dakwat samaada berasaskan air atau pelarut, buangan fotografi, enapcemar berasaskan galian dan minyak, dan enapcemar yang mengandungi cat dan pewarna merupakan bahan buangan yang bersesuaian untuk operasi rawatan fizikal dan kimia. Rajah 3 dengan terperinci menunjukkan pendekatan berkemungkinan yang boleh dipraktikkan untuk bahan buangan berjadual di Malaysia.

Lebih kurang 55 % daripada jumlah keseluruhan bahan buangan berjadual yang dihasilkan boleh dirawat melalui kaedah ini. Nilai nisbah yang sangat tinggi jelas menunjukkan betapa pentingnya sistem pelengkapan rawatan fizikal dan kimia untuk merawat bahan buangan berjadual.

Bahan buangan seperti enapcemar yang mengandungi logam berat juga memerlukan rawatan kimia dan fizikal sebaik saja selepas proses perolehan semula. Enapcemar tersebut terdiri daripada bahan berlebihan dari airtsisa yang dirawat dalam loji di industri. Buangan tersebut dihasilkan terutamanya oleh industri elektronik, semikonduktor, industri penyaduran, penggalvanian dan berkaitan, kilang pembuat barangan getah dan industri tekstil.

Industri logam seperti penggalvanian dan penyaduran merupakan pencemar utama. Kajian awal yang telah dijalankan mengenai pembinaan loji rawatan berpusat telah mendapati bahawa industri penyaduran elektrik merupakan penghasil utama buangan tersebut. Walau bagaimanapun, didapati bahawa kaedah rawatan kimia-fizikal dapat digunakan untuk merawat buangan yang dihasilkan. Lembah Kelang saja mewakili lebih daripada 75 % isipadu bahan buangan yang patut dirawat dari industri penyaduran elektrik.

Rawatan biologi adalah perlu untuk beberapa jenis bahan buangan. Buangan berjenis organik pada keseluruhannya memerlukan rawatan tersebut. Kelazimannya, seperti yang ditunjukkan di dalam carta aliran, rawatan biologi dijalankan selepas rawatan kimia-fizikal.

Perolehan dan kitaran semula

Bahan buangan yang mempunyai keupayaan yang baik melalui proses perolehan dan kitaran semula sebaik sahaja dijanakan adalah pelarut (berhalogen dan tak berhalogen), damar dan perekat, kain buruk, plastik, dan enapcemar berlogam berat. Cat, pewarna, dakwat, pencelup dan enapcemar (berasaskan minyak atau galian) juga boleh melalui rawatan seperti di atas tetapi pada sesuatu had tertentu saja.

Adalah dianggarkan bahawa 18 % daripada jumlah buangan tersebut boleh diperolehi semula dengan menggunakan teknologi terbaik sekali. Sebahagian besar daripada buangan ini merupakan logam berat dalam enapcemar yang dihasilkan oleh rawatan dalam loji di industri. Kini, hanya sedikit saja amalan pemperolehan dan kitaran semula dilakukan.

Kuantiti yang terlibatpun adalah terlalu sedikit saja. Ini termasuklah pelarut dan buangan seperti kertas, plastik dan bahan buangan plumbum. Terlalu banyak maklumat didapati mengenai kaedah yang digunakan pada masa ini di negara-negara maju. Dengan pertimbangan yang baik serta pengubahsuaian bersesuaian, adalah menasabah untuk menggunakan teknik rawatan tersebut untuk rawatan bahan buangan berjadual di Malaysia.

Penstabilan dan pemejalan

Asbestos, habuk, sanga dan arang boleh dirawat secara menstabilkannya pada mula sekali dan diikuti dengan memejalkannya. Sebanyak 13 % daripada jumlah buangan ini mempunyai kemampuan untuk menjalani rawatan tersebut. Bahan buangan ini mewakili lebih kurang 16 % daripada buangan berjadual keseluruhan yang dihasilkan. Buangan yang dihasilkan oleh industri pembuat asbestos biasanya adalah dalam bentuk habuk asbestos dan enapcemar. Kaedah rawatan yang baik adalah amat diperlukan untuk bahan buangan ini.

Penunuan

Proses penunuan (proses terma) adalah amat diperlukan. Teknik ini amatlah berguna untuk minyak hidrokarbon termasuk poliklorinatat bifenil (PCBs) dan buangan patogenik/patologik. Manakala untuk kebanyakan buangan yang lain, penunuan berfungsi untuk mengurangkan isipadu.

Berdasarkan statistik Jabatan Alam Sekitar (1987), dapat dirumuskan bahawa jumlah bahan buangan berjadual yang dapat mengalami penunuan secara terus sebaik saja dihasilkan di industri dijangkakan sebanyak 6 %. Amatlah perlu diingatkan di sini bahawa jumlah ini hanya merujuk kepada jumlah buangan yang dihasilkan sebaik saja selepas proses tertentu. Tetapi, seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3, penunuan juga memainkan peranan yang sangat penting dalam rawatan enapcemar dari rawatan fizikal, kimia, dan biologi. Buangan hasil penunuan seperti abu, sanga dan lain-lain seterusnya boleh digunakan dalam proses penstabilan dan pemejalan.

Pertanian

Mungkin sedikit daripada buangan penunuan seperti habuk dan abu boleh digunakan untuk memperbaiki tekstur dan menyuburkan beberapa jenis tanah. Dengan pemprosesan selanjutnya, mungkin hasil tersebut boleh juga digunakan sebagai baja.

Walau bagaimanapun, sebelum bahan ini dapat digunakan untuk tujuan pertanian, kandungan racun seperti logam berat mestilah disingkirkan.

Cadangan dan Kesimpulan

Dalam menentukan jenis rawatan yang seharusnya dijalankan di Malaysia, adalah perlu untuk melihat dan mengkaji semua jenis rawatan yang dijalankan dengan jayanya oleh negara-negara yang mempunyai program pengurusan bahan buangan berjadual yang baik serta dikawal oleh Akta Kualiti Alam Sekeliling yang ketat.

Teknik yang berkesan serta sederhana dari segi kos perbelanjaan haruslah dipertimbangkan dan diamalkan. Walau bagaimanapun, pembinaan loji rawatan berpusat biasanya melibatkan kos kapital yang tinggi. Seperti yang dicadangkan oleh kabinet, adalah hanya praktik jika loji rawatan tersebut diswastakan tetapi diawasi dengan ketat oleh Jabatan Alam Sekitar. Kilang ataupun industri yang menghantarkan bahan buangan untuk dirawat serta dilupuskan akan dikenakan bayaran yang tertentu.

Secara keseluruhannya, dalam rawatan bahan buangan berjadual, adalah perlu untuk memastikan bahawa loji rawatan berpusat yang dicadangkan haruslah mempunyai kemudahan seperti berikut :-

1. Rawatan terma (contohnya Penunuan)
2. Rawatan fizikal, kimia dan biologi
3. Perolehan dan kitaran semula
4. Tapak pembuangan atau pelupusan yang bersesuaian

Walaupun bagaimanapun, kerajaan mestilah meluluskan Peraturan Kualiti Alam Sekeliling (Buangan yang dijadualkan) sebelum pembinaan kemudahan rawatan dan pelupusan buangan dapat dipertimbangkan. Selepas menggubal peraturan yang dicadangkan ke Akta Parlimen, kerajaan pusat terpaksa meyakinkan pihak berkuasa Kerajaan Negeri untuk menyetujui dengan pemilihan tapak yang bersesuaian untuk membina loji rawatan berpusat dan tapak pembuangan atau pelupusan. Kajian terperinci haruslah dijalankan bagi tapak pembuangan atau pelupusan yang dipilih kerana Malaysia menerima purata hujan yang agak tinggi setiap tahun yang mungkin akan mempengaruhi kadar larut resap bahan buangan berjadual.

Semua kemudahan di atas kecuali tapak pembuangan atau pelupusan haruslah dilengkapkan dalam satu sistem loji rawatan yang kompleks. Tetapi adalah lebih elok jika tapak pembuangan atau pelupusan dibina berhampiran dengan loji rawatan berpusat. Ini akan memudahkan serta mengurangkan kos pengangkutan pemindahan bahan buangan untuk rawatan selanjutnya.

Kesemua kemudahan di atas tidak seharusnya diambil kira sebagai proses yang berasingan. Kesemuanya penting untuk mengurangkan isipadu bahan buangan, menjimatkan wang melalui proses perolehan dan kitaran semula serta juga mengurangkan kesan keracunan.

Penekanan mestilah juga diberikan terhadap kemudahan rawatan dalam loji di industri yang lebih besar. Kemudahan di industri yang sedia ada mestilah dipertingkatkan untuk merawat bahan buangan berjadual.

Loji rawatan berpusat yang dicadangkan juga seharusnya mempunyai kemudahan untuk merawat bahan buangan jenis lain yang belum dikenal pasti dewasa ini di Malaysia. Contoh yang jelas adalah seperti dioksin yang sedang dikaji dengan seriusnya di negara maju seperti Amerika Syarikat. Bahan ini terdapat di dalam racun rumput rampai dan beberapa jenis disinfektan.

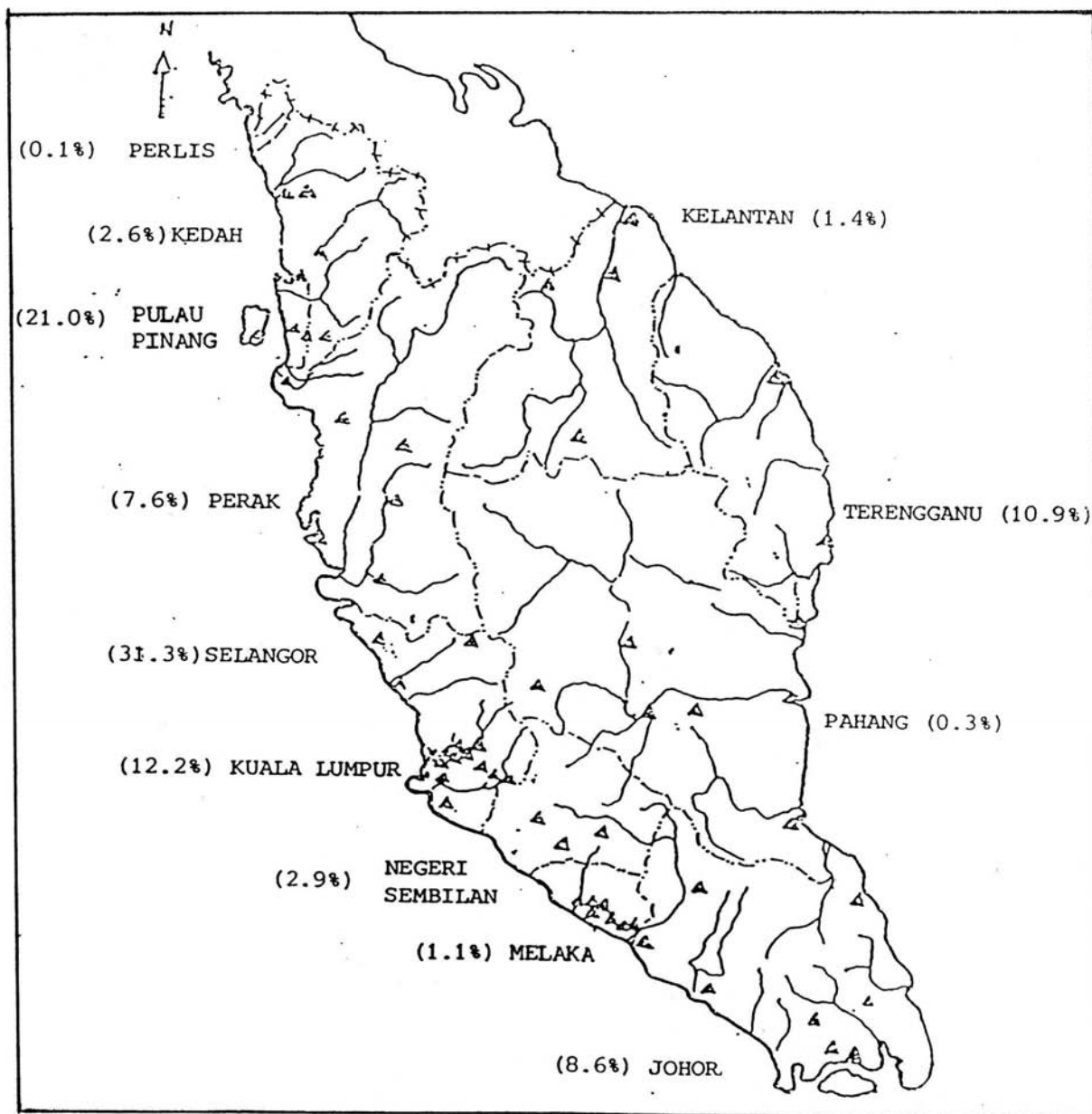
Ini adalah penting kerana statistik yang didapati daripada kajian dalam penentuan penyelesaian masalah ini hanyalah merupakan satu garispanduan saja. Barangkali terdapat juga beberapa buah kilang haram yang mengeluarkan jenis bahan buangan berjadual yang belum dikenal pasti di Malaysia.

Rujukan:

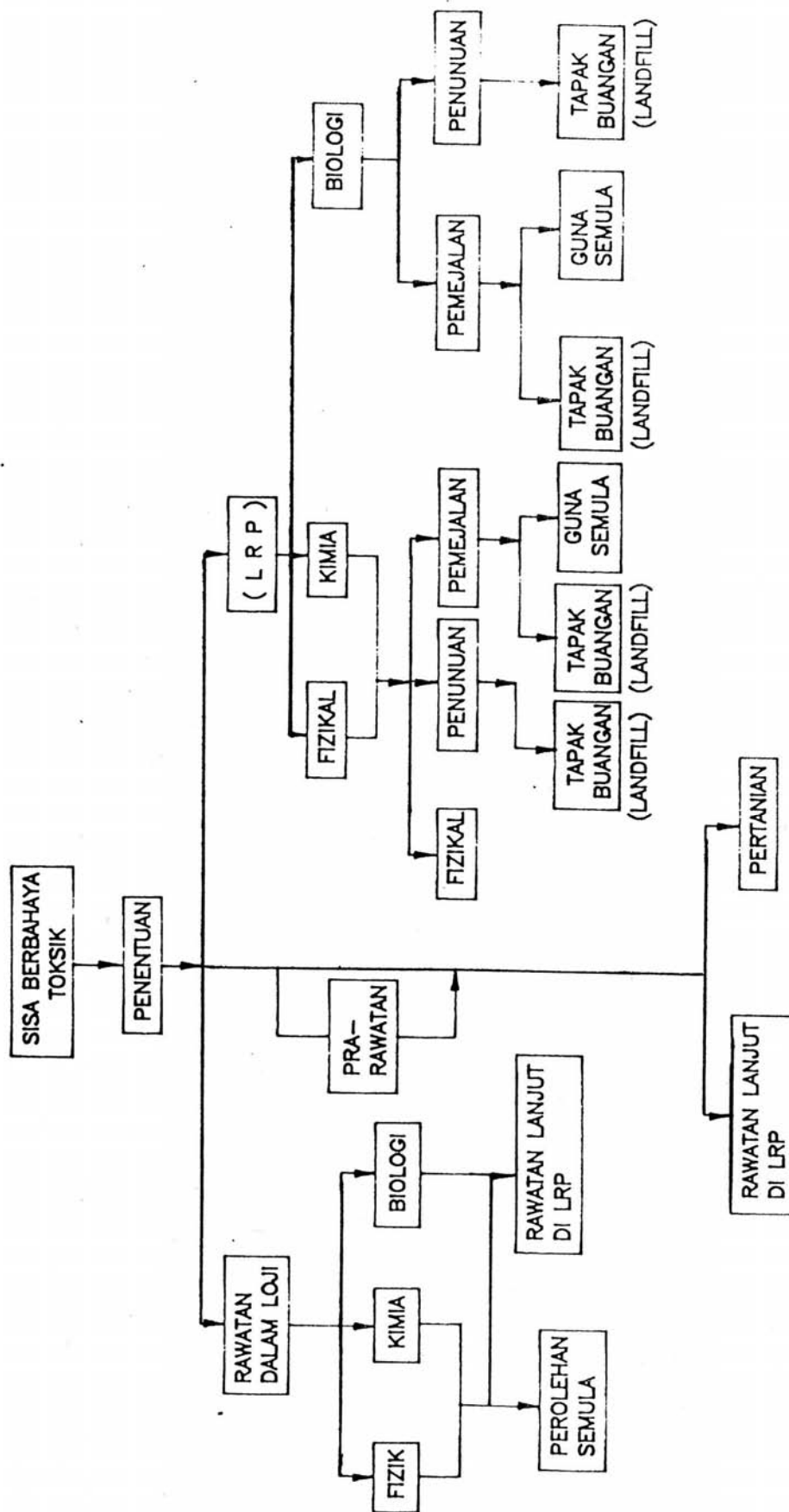
1. Abdullah, A.H. and Yusof M.R.M., 'Toxic and Hazardous Waste Management in Malaysia', in **2nd Asian Conference on Hazardous Waste Disposal**, K.L., November 16-17, 1988.
2. Jenny, T.S.E., 'Strategic Waste Management Planning', in **2nd Asian Conference on Hazardous Waste Disposal**, K.L., November 16-17, 1988.
3. Kiong, Y.H. and Metry, A.A., **Hazardous Waste Processing**, Michigan, 1982.
4. Plans to site toxic dump site in Valdor called off', **New Straits Times**, December, 29, 1988.
5. Rosnani, I., 'Present Status of Hazardous Waste Disposal Management in Malaysia', in **1st Asian Conference on Hazardous Waste Disposal**, K.L., October 27-28, 1987.
6. 'Toxic treatment to be privatized,' **New Straits Times**, November 25, 1988.

Jadual 1: Kategori dan Jumlah (%) Bahan Buangan Berjadual (Sumber)

No.	Kategori	Jumlah (%)
1.	Damar & Perekat	0.1
2.	Pelarut (Berhalogen buangan)	0.2
3.	Enapcemar, Cat/Pewarna/Dakwat/ Pencelup (Pelarut)	0.3
4.	Enapcemar, Cat/Pewarna/Dakwat/ Pencelup (Air)	0.4
5.	Pelarut (Tak berhalogen buangan)	0.7
6.	Patogenik/Patologik	0.9
7.	Enapcemar berminyak	0.9
8.	Cat/Celup/Dakwat/Pewarna (Pelarut)	1.2
9.	Kain buruk (lama), Kertas, Plastik	1.5
10.	Fotografi	3.2
11.	Minyak & Hidrokarbon	5.3
12.	Alkali (berkemungkinan dengan logam berat)	7.1
13.	Habuk/Sanga/Klinker/Abu	7.3
14.	Cat/Celup/Dakwat/Pewarna (Air)	7.6
15.	Asbestos	9.1
16.	Enapcemar, galian	12.5
17.	Enapcemar dengan logam berat	15.4
18.	Asid (Berkemungkinan dengan logam berat)	21.9
19.	Lain-lain	4.4



RAJAH 1 : PENGAGIHAN BAHAN BUANGAN BERJADUAL (%)
DI SEMENANJUNG MALAYSIA.



RAJAH 2 : Carta Alir Kemungkinan Pengurusan Perawatan dan Perolehan Semula Bagi Sisa Toksik Di Malaysia.



